

SNI 06-2866-1992

27 0 60/4 FEB 1984

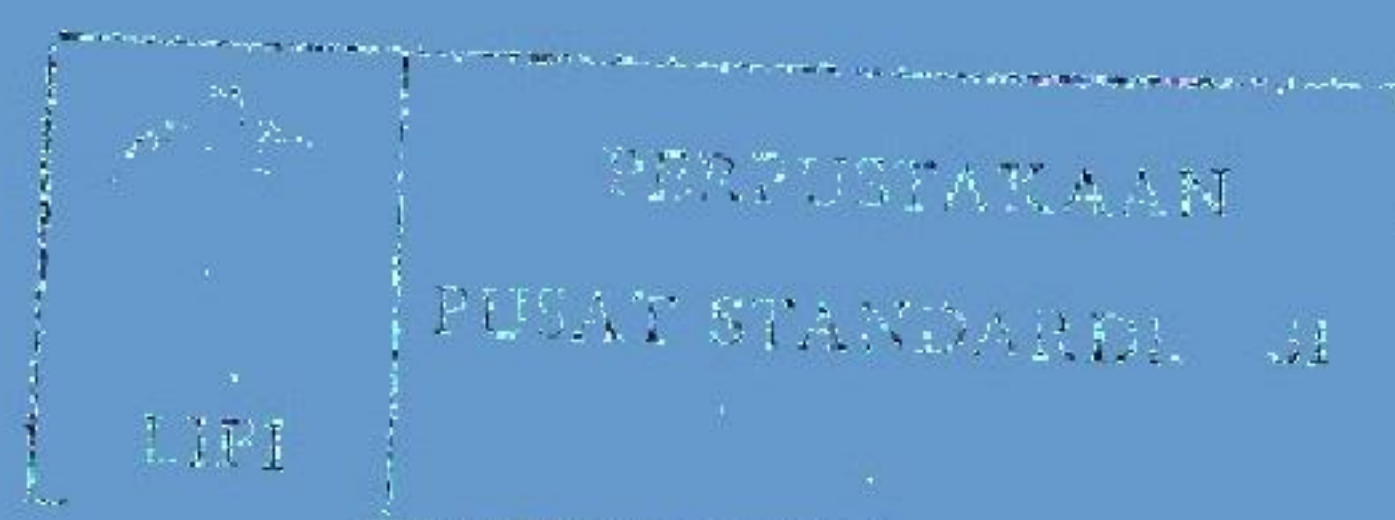
UDC. 623.454.2



STANDAR INDUSTRI INDONESIA

# DETONATOR BIASA

**SII.0677 - 82**



REPUBLIK INDONESIA  
DEPARTEMEN PERINDUSTRIAN

Berdasarkan usulan dari Departemen Perindustrian  
standar ini disetujui oleh Dewan Standardisasi Nasional  
menjadi Standar Nasional Indonesia dengan nomor:

SNI 04 - 3049 - 1992



## DAFTAR ISI

	Halaman
1. RUANG LINGKUP .....	1
2. DEFINISI .....	1
3. PEMILIHAN METODE .....	2
4. REKOMENDASI UNTUK MENETAPKAN KRITERIA GETARAN YANG DIIZINKAN DI TITIK PENGUKURAN TERTENTU DI FASILITAS PEM- BALANS .....	3
5. REKOMENDASI UNTUK MENETAPKAN KRITERIA TIDAK BALANS SISA YANG DIIZINKAN PADA BIDANG KOREKSI TERTENTU .....	6
LAMPIRAN A : FAKTOR KONVERSI DAN HARGA X UNTUK MEMBALANS PADA FASILITAS PEMBALANS .....	9
LAMPIRAN B : PENENTUAN EMPIRIS TIDAK BALANS MODAL EKIVALEN	10
LAMPIRAN C : CONTOH .....	11



## KRITERIA EVALUASI BALANS ROTOR FLEKSIBEL

### 1. RUANG LINGKUP

Standar ini meliputi definisi, pemilihan metode, rekomendasi untuk getaran, rekomendasi untuk kondisi tidak balans.

Standar ini menyatakan dua metode untuk evaluasi kualitas balans sebuah rotor fleksibel pada fasilitas pembalans sebelum perakitan mesin dengan tujuan bahwa rotor akan berputar dengan baik setelah mesin tersebut dirakit dan dipasang di lokasi. Jika toleransi balans yang disarankan telah dicapai selama proses pembalans pada fasilitas pembalans, batas akhir getaran untuk mesin yang (lihat ISO 2372 dan ISO 3945) kemungkinan besar tercapai. Disamping itu kriteria yang dispesifikasikan adalah kriteria yang akan dicapai apabila rotor diperiksa pada fasilitas perbalans, tetapi kriteria tersebut diperoleh dari spesifikasi untuk mesin lengkap pada waktu dipasang, atau dari nilai yang diketahui untuk menjamin rotor-rotor tersebut berputar dengan baik pada saat dipasang.

### 2. DEFINISI

Definisi yang berkaitan dengan balans mekanik pada ISO 1925 dan definisi yang berkaitan dengan getaran dan kejutan pada ISO 2041 dapat digunakan untuk standar ini. Untuk kemudahan pemakaian standar ini, terminologi dan definisi berikut ini merupakan pengulangan dari ISO 1925.

#### 2.1 Rotor kaku

Sebuah rotor dianggap kaku apabila dapat dikoreksi dalam dua bidang sembarang dan setelah dikoreksi tersebut tingkat balansnya tidak melebihi toleransi balans (terhadap sumbu poros) pada setiap kecepatan sampai mencapai kecepatan servis maksimum dan apabila berputar pada kondisi yang sangat mendekati kondisi sistem tumpukan final (rotor yang demikian dikategorikan sebagai rotor kelas satu seperti didefinisikan pada ISO 5406).

#### 2.1 Rotor fleksibel

Rotor yang tidak memenuhi definisi 2.1 akibat adanya defleksi lentur (rotor yang demikian dikategorikan sebagai rotor kelas 2 sampai 5 seperti didefinisikan pada ISO 5406).

#### 2.3 Kecepatan kritis lentur (Rotor)

Kecepatan rotor dimana terjadi lentur maksimum pada rotor dan dimana lentur tersebut jauh lebih besar dari pada defleksi bantalan.

#### 2.4 Modus utama lentur (Rotor)

Untuk sistem rotor/bantalan yang tidak teredam, bentuk modus yang ditempuh oleh rotor pada salah satu kecepatan kritis lentur (rotor)

#### 2.5 Membalans modal

Prosedur untuk membalans rotor fleksibel dimana koreksi balans untuk mengurangi amplitudo getaran dalam modus utama terpisah sampai mencapai batas yang ditentukan.



**2.6 Tidak balans modal ke-n**

Tidak balans yang hanya mempengaruhi modus utama ke-n dari konfigurasi defleksi sebuah sistem rotor/bantalan.

Catatan :

Tidak balans modal ke-n ini bukan merupakan tidak balans tunggal tetapi distribusi tidak balans  $u_n(z)$  pada modus utama ke-n. Hal ini dapat diformulasikan secara matematis terhadap efek pada modus utama ke-n oleh vektor tunggal  $U_n$  yang diperoleh dari persamaan

$$U_n = \int u_n(z) O_n(z) dz$$

dimana  $O_n(z)$  adalah fungsi modus.

**2.7 Tidak balans modal ke-n ekuivalen**

Tidak balans tunggal minimum  $U_{ne}$ , ekuivalen dengan tidak balans modal ke-n dalam pengaruhnya terhadap modus utama ke-n dari konfigurasi defleksi.

Catatan :

1. Terdapat hubungan  $U_n = U_{ne} O_n(z_e)$ , dimana  $O_n(z_e)$  adalah harga fungsi modus untuk  $z = z_e$ , koordinat aksial dari bidang melintang di mana  $U_{ne}$  diterapkan.
2. Satu set massa balans yang terdistribusi pada sejumlah bidang koreksi dan dengan proporsi tertentu sehingga modus yang diperhatikan akan terpengaruh, dapat disebut dengan set tidak balans modal ke-n ekuivalen.
3. Tidak balans modal ke-n ekuivalen akan mempengaruhi modus lain selain modus ke-n.

**2.8 Toleransi tidak balans modal**

Terhadap sebuah modus, jumlah tidak balans modal ekuivalen yang ditentukan sebagai batas maksimum, di bawah batas tersebut kondisi tidak balans dalam modus tersebut dapat diterima.

**2.9 Membalans kecepatan rendah (Terhadap rotor fleksibel)**

Prosedur membalans pada kecepatan dimana rotor yang akan dibalans dianggap kaku.

**2.10 Membalans kecepatan tinggi (Terhadap rotor fleksibel)**

Prosedur membalans pada kecepatan di mana rotor yang akan dibalans tidak dapat dianggap kaku.

**3. PEMILIHAN METODE**

Praktek umum yang dilakukan di pabrik untuk mengetahui kualitas balans suatu rotor fleksibel adalah dengan memperhatikan getaran bantalan atau jurnal (dalam satuan per putaran rotor) pada satu fasilitas pembalans atau test-bed yang dianggap dapat mensimulasi rotor sesuai dengan fungsinya (lihat 4.4). Metode ini dijelaskan pada butir 4.

Cara lain untuk mengetahui kualitas balans adalah dengan memperhatikan tidak balans sisa pada bidang-bidang koreksi. Metoda ini dijelaskan pada butir 5. Untuk



rotor kelas 2, pemeriksaan terhadap kualitas tidak balans dapat dilakukan pada kecepatan rendah, tanpa perlu menggunakan fasilitas membalans kecepatan tinggi.

Apabila diterapkan salah satu dari dua cara di atas, berdasarkan pengalaman, tingkat penerimaan dapat disesuaikan untuk memungkinkan penggunaan fasilitas pembalans atau instalasi yang tidak dapat mensimulasi kondisi lapangan dan/atau memungkinkan untuk melihat efek akhir penggabungan dengan rotor lain di lokasi.

Pemilihan antara penggunaan metode yang dijelaskan pada butir 4 dan penggunaan seperti dijelaskan pada butir 5 perlu diketahui oleh pembuat rotor.

#### **4. REKOMENDASI UNTUK MENETAPKAN KRITERIA GETARAN YANG DIIZINKAN DI TITIK PENGUKURAN TERTENTU DI FASILITAS PEMBALANS.**

##### **4.1 Umum**

Butir ini menjelaskan bagaimana tingkat yang diizinkan dari getaran dalam satuan perputaran dapat diperoleh dari besarnya getaran sesuai dengan spesifikasi. Jika tidak ada spesifikasi produk yang menyatakan kondisi operasi yang diizinkan di lokasi, maka dapat mengacu pada ISO 2372, ISO 2373, ISO 3945 atau dokumen lain yang sesuai.

Harga numerik yang diperoleh dalam butir ini tidak ditujukan sebagai spesifikasi penerimaan tetapi sebagai pedoman. Apabila digunakan sebagai pedoman, maka penyimpangan yang cukup besar atau persyaratan yang tidak realistis dapat dihindarkan.

Jika nilai yang direkomendasikan, maka kondisi operasi yang baik dapat diharapkan. Tetapi dapat terjadi kasus dimana penyimpangan dari nilai tersebut diperlukan.

Rekomendasi tersebut dapat juga digunakan sebagai dasar untuk investigasi yang lebih terinci, sebagai contoh dalam kasus khusus, penentuan yang lebih eksak mengenai kualitas balans diperlukan.

##### **4.2 Faktor yang mempengaruhi getaran mesin**

Getaran yang terjadi akibat rotor yang tidak balans dipengaruhi oleh banyak faktor seperti sistem pemegang mesin dan distorsi yang terjadi pada rotor. Apabila tingkat getaran yang diizinkan maksimum disebutkan pada spesifikasi produk, maka tingkat-tingkat tersebut umumnya mengacu pada getaran total di lokasi sebagai akibat dari seluruh kemungkinan sumber getaran. Nilai yang dipilih dapat meliputi getaran yang timbul dari kemajemukan sumber dengan berbagai frekuensi, pembuat perlu memperhatikan tingkat-tingkat getaran yang diizinkan dari kondisi tidak balans saja, supaya tingkat yang diizinkan getaran keseluruhan masih dalam batas.

##### **4.3 Getaran poros**

Untuk memperbaiki sensitivitas peralatan, penentuan getaran bantalan dalam beberapa kasus dapat dilengkapi atau diganti dengan penentuan getaran poros.

Catatan :

Dalam mengevaluasi getaran jurnal poros akibat tidak balans, pengaruh dari



faktor-faktor seperti penyimpangan sumber poros, kelonjongan, kekasaran permukaan jurnal, efek magnit, dll. perlu diperhatikan.

#### 4.4 Lokasi kritis dan sistem mesin kompleks

Perhatikan khusus perlu diberikan pada tingkat getaran dan perpindahan statik yang terjadinya pada titik-titik celah minimum, sebagai contoh, pada penyekat fluida proses, karena kemungkinan terjadinya kerusakan pada bagian tersebut lebih besar dari pada bagian lain. Perlu diperhatikan juga bahwa kondisi di lokasi dapat mengubah bentuk modus dan juga tingkat getaran pada titik-titik yang diukur. (lihat ISO 5406)

Rotor yang akan disusun pada sistem bantalan jamak terkopel kaku, misalnya, set turbin uap, diperkirakan perhatian khusus mengenai aspek ini. Besarnya tidak balans dan distribusinya merupakan faktor yang sangat penting dalam aplikasi tersebut.

#### 4.5 Kasus khusus dan pengecualian

Terdapat kasus-kasus pengecualian dimana permesinan dirancang untuk keperluan dan tujuan khusus yang kemudian mempunyai faktor-faktor yang akan mempengaruhi karakteristik getarannya. Mesin pesawat jet dan mesin-mesin lain yang serupa merupakan salah satu contoh. Mesin yang demikian dirancang untuk meminimumkan berat, struktur utamanya dan bantalan penumpunya akan lebih fleksibel dari pada mesin-mesin industri pada umumnya. Tahap-tahap khusus ditempuh untuk menampung kemungkinan terjadinya efek yang tidak diinginkan akibat dari fleksibilitas tumpuan, dan pengujian pengembangan terus dilakukan untuk memastikan, di antara hal-hal lainnya, bahwa tingkat getarannya aman dan dapat diterima untuk pemakaian mesin tersebut.

Untuk kasus semacam ini, dimana karakteristik getaran telah dinyatakan dapat diterima melalui pengujian yang teliti sebelum unit produksi diserahkan, maka rekomendasi pada butir 4 tidak harus diterapkan.

#### 4.6 Batas getaran pada fasilitas pembalans

Jika suatu nilai batas getaran rumah bantalan yang diizinkan telah ditetapkan pada spesifikasi produk untuk suatu mesin, nilai tersebut dinyatakan sebagai "X" pada 4.7 untuk menghitung kriteria yang digunakan pada fasilitas pembalans. Kalau tidak maka nilai yang diberikan pada tabel lampiran A dapat digunakan untuk maksud tersebut. Untuk ke dua kasus tersebut, nilai getaran umumnya menyatakan batas getaran yang disebabkan oleh seluruh sumber.

##### Catatan :

Beberapa spesifikasi produk lama dinyatakan batas getaran dalam besaran selain kecepatan getas, seperti halnya perpindahan atau percepatan. Konversi dari satuan tersebut menjadi kecepatan getar memerlukan suatu perkiraan mengenai spektrum getarnya.

Getaran rotor untuk suatu, pengukuran dilakukan dengan kondisi tumpuan yang mendekati kondisi pada saat mesin tersebut beroperasi setelah dipasang (lihat ISO 5406)

Dengan sejumlah alasan, getaran tidak akan sama apabila sebuah rotor diuji pada fasilitas pembalans dibandingkan dengan pada saat rotor diuji di lokasi



dalam kondisi beroperasi. Sebagai contoh, rotor dapat ditumpu dan dikopel dengan berbagai cara yang berbeda.

#### 4.7 Getaran Yang Diizinkan Pada Fasilitas Pembalans

Getaran yang diizinkan pada fasilitas pembalans dapat diperoleh dengan mengalikan getaran yang diizinkan di lokasi dengan faktor konversi sebagai berikut:

$$Y = C_0 \times C_1 \times C_2 \times C_3 \times X$$

dimana:

- X adalah kecepatan getaran r.m.s yang diizinkan dalam arah vertikal atau horizontal pada rumah bantalan di lapangan pada daerah kecepatan operasi (berdasarkan spesifikasi produk, atau kalau tidak, dari tabel lampiran A);
- Y adalah kecepatan getaran r.m.s setiap putaran yang diizinkan pada fasilitas pembalans pada daerah kecepatan operasi;
- $C_0$  merupakan rasio getaran rumah bantalan satu per putaran terhadap getaran rumah bantalan total yang diizinkan ( $C_0 < 1,0$  tetapi jika tidak berlaku, maka  $C_0 = 1$ );
- $C_1$  adalah faktor konversi yang digunakan apabila tumpuan rotor dan/atau sistem kopling rotor berbeda dari kondisi lokasi dan didefinisikan sebagai rasio getaran rumah bantalan per putaran dari rotor pada fasilitas pembalans terhadap getaran rumah bantalan per putaran dari mesin yang terpasang di lokasi (jika tidak,  $C_1 = 1,0$ );
- $C_2$  adalah faktor konversi yang digunakan pada fasilitas pembalans apabila getaran poros diukur dan didefinisikan sebagai rasio getaran poros per putaran pada atau dekat bantalan terhadap getaran rumah bantalan per putaran (jika getaran poros tidak diukur, maka  $C_2 = 1,0$ );
- $C_3$  adalah faktor konversi yang digunakan pada fasilitas pembalans apabila getaran poros diukur pada suatu lokasi defleksi lateral poros maksimum dan didefinisikan sebagai rasio defleksi lateral poros maksimum terhadap defleksi poros dekat bantalan (jika tidak, atau jika getaran poros diukur pada atau dekat bantalan, maka  $C_3 = 1,0$ ).

Nilai faktor konversi tersebut dapat bervariasi cukup besar antara instalasi yang satu dengan lainnya dan akan tergantung pada kecepatan. Sebagai contoh, hubungan antara getaran bantalan dengan getaran jurnal tergantung pada frekuensi resonansi dari rotor dan struktur penumpunya, pada kekakuan lapisan minyak dan pada redaman. Beberapa nilai faktor konversi yang direkomendasikan ditunjukkan pada lampiran A.

Jika suatu kecepatan kritis dari suatu konfigurasi rotor/fasilitas pembalans tertentu ternyata sama dengan kecepatan operasi, maka digunakan nilai faktor konversi yang lebih tinggi yang relevan.

Contoh :

Contoh penggunaan nilai pada lampiran A dan faktor konversi diberikan pada lampiran C.

Di samping itu perlu diketahui bahwa penguatan modal getaran dapat terjadi pada kecepatan kritis. Maka praktek membalans umumnya ditujukan tidak hanya kepada pencapaian batas getaran pada daerah operasi tertentu, tetapi juga untuk mencegah getaran berlebih pada saat kecepatan kritis dibawah operasi maksimum



menghaluskan (smooth) proses melampaui kecepatan kritis yang ada di bawah kecepatan operasi maksimum. Untuk kecepatan tersebut sukar ditetapkan suatu kriteria kuantitatif karena harus memperhatikan faktor-faktor penting seperti rendaman, percepatan melalui saat kritis, dll. Tetapi perlu dikembangkan untuk waktu yang akan datang dengan melakukan pengumpulan pengalaman industri yang relevan.

Apabila perlu diperhatikan terjadinya defleksi lentur pada saat mulai berputar, akibat dari celah rotor/stator atau tegangan, maka lenturan rotor pada kecepatan kritis yang lebih rendah dari pada kecepatan operasi perlu diperhatikan dalam besaran antara puncak (of peak to peak displacement) dari bagian rotor tersebut.

## **5. REKOMENDASI UNTUK MENETAPKAN KRITERIA TIDAK BALANS SISA YANG DIIZINKAN PADA BIDANG KOREKSI TERTENTU**

### **5.1 Umum**

Isi dari butir ini merupakan adaptasi dari konsep yang diberikan pada ISO 1940 karena tidak mungkin diambil konklusi tentang tidak balans yang diizinkan dari dokumen yang ada mengenai pengakajian getaran pada mesin rotasi. Secara umum tidak ada hubungan yang sederhana antara tidak balans pada rotor dengan getaran mesin pada kondisi operasi. Amplitudo getaran dipengaruhi oleh banyak faktor seperti massa bergetar dari rumah mesin dan fondasinya, kekakuan bantalan dan fondasi, perbedaan antara kecepatan operasi dengan berbagai frekuensi resonansi, dan redaman.

Berikut ini adalah usaha pertama untuk menetapkan pedoman kualitas balans yang diperlukan oleh rotor fleksibel. Nilai yang diberikan didasarkan atas sejumlah dokumentasi pengalaman praktis dalam jumlah terbatas untuk berbagai kelas rotor. Apabila nilai yang direkomendasikan tersebut diperhatikan, maka akan dapat diharapkan kondisi operasi yang baik. Nilai dan klasifikasi yang diusulkan hanya merupakan usaha awal, dan penyimpangan dari rekomendasi tersebut mungkin diperlukan dalam beberapa kasus.

Untuk rotor fleksibel tertentu, kriteria tidak balans yang digunakan dalam butir ini diperoleh dari kriteria pada ISO 1940 untuk rotor kaku ekuivalen yaitu suatu rotor dengan tipe sama yang rotor fleksibel seperti diidentifikasi pada tabel ISO 1940.

Nilai numerik yang diperoleh pada butir ini tidak ditujukan sebagai spesifikasi penerimaan tetapi sebagai pedoman. Apabila harga tersebut digunakan maka penyimpangan yang cukup besar ataupun persyaratan yang tidak realistis dapat dicegah.

### **5.2 Kriteria tidak balans sisa yang diizinkan untuk rotor kelas dua**

Tidak balans sisa untuk rotor kelas dua yang telah disusun lengkap tidak dapat melebihi kondisi tidak balans sisa yang direkomendasikan untuk suatu rotor ekuivalen dalam ISO 1940.

Disamping itu, untuk rotor sub kelas 2f, 2g dan 2h, tidak balans sisa untuk susunan lengkap tidak dapat melebihi nilai yang telah diperhitungkan, jika mungkin, sesuai dengan lampiran C dan E pada ISO 5406. Untuk rotor sub kelas ini juga, tidak balans sisa untuk setiap komponen, atau jika mungkin untuk setiap komponen susunan, tidak dapat melebihi dua hal berikut ini:

a) tidak balans awal yang diizinkan untuk susunan dibagi tiga kali jumlah



komponen;

b) tidak balans sisa yang diizinkan untuk susunan

Catatan :

Contoh penggunaan metode ini diberikan pada lampiran C.

### 5.3 Kriteria tidak balans yang diizinkan untuk rotor kelas 3

#### 5.3.1 Kelas 3A

Untuk rotor yang sangat dipengaruhi oleh tidak balans modal pertama, maka untuk setiap distribusi tidak balans, tidak balans sisa tidak dapat melebihi batas berikut ini, dinyatakan dalam persen dari tidak balans sisa total yang direkomendasikan untuk suatu rotor ekuivalen dalam ISO 1940 dan berdasarkan atas kecepatan operasi rotor maksimum.

- a) tidak balans modal pertama ekuivalen tidak melebihi 100%;
- b) Jika dilakukan proses membalans kecepatan rendah, tidak balans sisa total sebagai rotor kaku tidak dapat melebihi 100%.

#### 5.3.2 Kelas 3B

Untuk rotor yang sangat dipengaruhi oleh tidak balans modal pertama dan kedua, maka untuk setiap distribusi tidak balans, tidak balans sisa tidak dapat melebihi batas berikut ini, dinyatakan sebagai persen dari tidak balans sisa total yang direkomendasikan untuk suatu rotor kaku ekuivalen dalam ISO 1940 dan didasarkan atas kecepatan operasi rotor maksimum.

- a) tidak balans modal pertama ekuivalen tidak melebihi 100%;
- b) tidak balans modal kedua ekuivalen tidak dapat melebihi 60%;
- c) jika dilakukan membalans kecepatan rendah, tidak balans sisa total sebagai rotor kaku tidak dapat melebihi 100%.

#### 5.3.3 Kelas 3C

Untuk rotor-rotor yang dipengaruhi oleh lebih dari tidak balans modal pertama dan kedua, pada saat ini masih sukar diberikan rekomendasi.

Butir ini akan ditinjau kembali apabila pengalaman praktis telah cukup untuk dapat dibuatkan rekomendasi untuk batas tidak balans rotor tersebut.

Perhatikan juga catatan umum berikut ini.

Catatan :

1. Suatu metode untuk penentuan empiris tidak balans modal ekuivalen diberikan pada lampiran B.
2. Apabila lenturan massa menggantung cukup besar, maka persentasi yang diberhentikan.
3. Untuk rotor kelas 3B dan 3C, pengkajian tidak balans sisa harus dilakukan sesuai dengan ISO 5406.
4. Apabila kecepatan operasi atau batasan kecepatan operasi yang mendekati dengan kecepatan kritis pertama atau kedua maka data tersebut perlu dimodifikasi.
5. Batas yang diusulkan tidak harus memberikan nilai batasan getaran dalam batas normal dengan batasan kecepatan 80 sampai 120% dari setiap



kecepatan kritis pada fasilitas pembalans. Jika getaran yang terjadi, tidak berarti bahwa diperlukan proses pembalans yang lebih teliti karena, sebagai contoh, redaman pada fasilitas pembalans lebih kecil dari pada di lokasi.

6. Apabila seluruh modus pada fasilitas pembalans tidak dapat diperhitungkan (sebagai contoh, karena kurangnya jumlah bidang koreksi) keputusan perlu dibuat untuk menentukan modus yang perlu diperhatikan dalam proses membalans.



## Lampiran A

**Faktor konversi dan harga x untuk membalans  
pada fasilitas pembalans**

**Penjelasan klasifikasi permesinan**

- I - Komponen individu dari mesin, terhubung secara integral dengan mesin lengkap pada kondisi operasi normalnya.
- II - Mesin ukuran sedang tanpa Fundasi khusus dan mesin yang dipasang dengan kaku ( sampai dengan 300 kw ) pada fundasi khusus.
- III - Penggerak mula berukuran besar dan mesin besar lain dengan masa berputar yang dipasang pada fundasi kaku dan relatif berat kaku dalam arah pengukuran getaran.
- IV - Penggerak mula berukuran besar dan mesin besar lain dengan massa berputar yang dipasang pada fundasi yang relatif kurang kaku dalam arah pengukuran getaran.

TABEL

Klasifikasi permesinan	Jenis mesin	Batasan faktor konversi yang diusulkan				X mm/s
		C <sub>0</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	
I	Superchargers	1,0		1,0		1,12
	Motor Listrik kecil s/d 15 kW	1,0		1,0		
II	Mesin pembuat kertas	0,7 - 1,0		2-6		
	Motor Listrik sedang 15 - 75 kW	0,7 - 1,0		2-6		
	Motor Listrik s/d 300 kW pada fundasi khusus	0,7 - 1,0		2-6		
	Kompresor	0,7 - 1,0		2-6		
	Turbin kecil	1,0	0,6	2-6		jika mungkin C <sub>3</sub> > 1,0



## Lampiran B

**Penentuan empiris tidak balans modal ekivalen**

- B.1 Prosedur berikut dapat digunakan untuk menentukan pengaruh tidak balans dalam modus spesifik untuk mengkaji tidak balans modal ekivalen sisa yang masih ada pada rotor.
- B.2 Pasangkan rotor yang akan diukur tidak balansnya pada mesin pembalans bantalan kaku atau fasilitas kecepatan tinggi serupa.
- B.3 Putar rotor sampai mencapai kecepatan aman dekat kecepatan kritis lentur pertama dan catat pembacaan getaran bantalan atau gayanya.
- B.4 Tambahkan suatu massa percobaan pada rotor. Hal ini akan cukup untuk menunjukkan pengaruh yang cukup besar. Massa tersebut (trial mass) dan diletakkan secara aksial dimana hal ini akan memberikan pengaruh maksimum pada modus pertama. Umumnya penempatan massa ini mengarah pusat rotor. Catat pembacaan getaran bantalan atau gaya pada kondisi kecepatan yang sama dengan butir B.3.
- B.5 Dari pembacaan yang diperoleh pada butir B.3 dan B. 4 hitung tidak balans modal pertama ekivalen secara vektor.
- B.6 Lepaskan massa percobaan tersebut.
- B.7 Putar rotor pada kecepatan tertentu mendekati kecepatan kritis kedua, jika kecepatan ini lebih rendah dari pada kecepatan operasi maksimum yang aman. Catat pembacaan getaran bantalan atau gayanya.
- B.8 Tambahkan massa percobaan pada rotor. Hal ini cukup untuk menimbulkan pengaruh yang cukup besar. Massa tersebut diletakkan secara aksial untuk memberikan pengaruh maksimum pada modus kedua. Cacat pembacaan getaran bantalan atau gaya pada kondisi kecepatan yang sama dengan butir B. 7.
- B.9 Dari pembacaan yang diperoleh pada butir B.7 dan B. 8 hitung tidak balans modal kedua ekivalen secara vektor.
- B.10 Lanjutkan operasi tersebut di atas untuk modus-modus berikutnya sampai diperoleh tidak balans ekivalen untuk seluruh modus yang penting.

## Catatan :

- 1. Dapat terjadi bahwa pemutaran rotor tidak dapat mendekati kecepatan kritis untuk beberapa modus tertentu sehingga tidak dapat memperoleh efek pembesaran yang terjadi untuk modus tersebut. Dalam hal ini perlu menggunakan teknik yang sesuai untuk dapat memisahkan efek modal.
- 2. Untuk mengkaji tidak balans modal sisa baiknya menggunakan suatu konfigurasi massa percobaan untuk dapat melampaui kecepatan kritis yang lebih rendah dengan aman. Jika hal ini dilakukan, maka efek dari seluruh massa yagn digunakan untuk setiap modus perlu dikombinasikan sesuai dengan butir 2.6 dan 2.7 untuk menentukan tidak balans ekivalen pendekatan pada modus tersebut.



## Lampiran C

## Contoh

## Contoh 1 (lihat butir 4)

Rotor ..... Generator 500MW dengan rotor yang ditumpu pada fundasi yang kaku dan berat (klasifikasi III)

Kecepatan operasi ..... 3000 r/mln (rpm)

Getaran yang diijinkan di Lokasi, X ..... 2,5 mm/s (nilai untuk getaran rumah bantalan dari spesifikasi produk)

Lokasi pada pabrik ..... Fasilitas pembalans dengan tumpuan yang kurang kaku dibandingkan dengan di lokasi

Lokasi pengukuran..... Pada poros dekat rumah bantalan

Faktor konversi dari tabel .....  $C_0 = 0,3$  Nilai dari tabel dan disetujui oleh pembuat dan pemakai (tidak berlaku)  
 $C_1 = 1,3$   
 $C_2 = 2,0$   
 $C_3 = 1,0$

Maka kriteria pada fasilitas pembalans adalah .....  $Y = 0,9 \times 1,3 \times 2,0 \times 1,0 \times 2,5 = 5,85 \text{ mm/s}$

Pada kecepatan operasi kriteria tersebut ekuivalen dengan perpindahan (antar puncak ke puncak) per putaran :

$$5,85 \times (60/2\pi) \times (2\sqrt{2}/3000) \times 10^3 \text{ um} \\ = 52,7 \text{ um}$$

Jika diinginkan mengukur pada poros jauh dari rumah bantalan (pada bagian tengah), digunakan  $C_3 > 1,0$  dan  $C_2$  tetap. Sebagai contoh, jika pengukuran poros dilakukan di tengah dan diharapkan bahwa besarnya akan 40% lebih besar dari pada pengukuran dengan rumah bantalan, maka  $C_3 = 1,4$  dan  $C_2$  tetap 2,0 dan  $Y = 0,9 \times 1,3 \times 2,0 \times 1,4 \times 2,5 = 8,19 \text{ mm/s}$ .

## Contoh 2 (lihat butir 5.3.2)

Rotor ..... Turbo compressor (G 2,5)

Kelas rotor ..... 3 B

Kecepatan operasi ..... 15000 r/min (rpm)

Massa rotor..... 1000 kg

Asumsikan membalans proses pembalans rendah pada dua bidang dekat bantalan



Tidak balans sisa total untuk rotor  
kaku ekivalen menurut ISO 1940  $1,60 \text{ g.mm/kg} \times 1000 \text{ kg} = 1600 \text{ g.mm}$

Tidak balans modal pertama  
ekivalen yang diizinkan .....  $1600 \text{ g.mm}$  (100%)

Tidak balans modal kedua  
ekivalen yang diizinkan .....  $960 \text{ g.mm}$  (60%)

Tidak balans sisa total untuk  
balans rotor kaku.....  $1600 \text{ g.mm} = 800 \text{ g.mm}$  per bidang

Catatan :  
(Jika tidak diberikan spesifikasi produk, maka  $X = 2,8 \text{ mm/s}$  sesuai dengan lampiran A).

Contoh 3 (butir 5.2)

Rotor ..... Rotor kelas 2 dengan 6 komponen

Tidak balans sisa yang  
diizinkan untuk susunan ..... 60 unit tidak balans (diasumsikan sebagai contoh)

Dari ISO 5406,  $e_1/e_2$  ..... = 15 (kira-kira)

Maka tidak balans awal yang  
diizinkan ..... = 900 unit tidak balans

Maka tidak balans sisa yang diizinkan untuk setiap komponen (butir 5.2)  
= yang lebih kecil dari pada 60 dan  $900/(3 \times 6)$   
= 50 unit tidak balans











**BSN**

SNI 06-2868-1992 (N)  
Kobal oksida

Tgl. Pinjaman	Tgl. Harus Kembali	Nama Peminjam

**BSN**

PERPUSTAKAAN



